

## 移動指示に用いる程度副詞の距離特性に関する研究

著者	平塚 誠良
号	212
発行年	2001
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/12907">http://hdl.handle.net/10097/12907</a>

	ひらつかしげよし	
氏名（本籍）	平塚 誠 良	（兵 庫 県）
学 位 の 種 類	博 士（情報科学）	
学 位 記 番 号	情 博 第 212 号	
学位授与年月日	平成 14 年 3 月 25 日	
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当	
研究科、専攻	東北大学大学院情報科学研究科（博士課程）システム情報科学専攻	
学位論文題目	移動指示に用いる程度副詞の距離特性に関する研究	
論文審査委員	（主 査）	
	東北大学教授 猪岡 光	東北大学教授 早瀬 敏幸
	東北大学教授 北村 正晴	東北大学助教授 石原 正
	（工学研究科）	

## 論 文 内 容 要 旨

### 1 序論

現在、日本における高齢者・身障者数は年々増加の傾向にあり、近年の少子化による若年労働力の低下とあいまって、深刻な看護・介護者不足が懸念されている。このため、人間と日常空間を共有し、人間の介助や協同作業を行なう機械（例えば、ロボット）が求められている。これらの機械には人間の要求に柔軟かつ的確に対応し、作業を行う能力が求められる。そのため、人間と機械の間のコミュニケーションが必要となる。人間と機械の関わりについて考えてみると、18 世紀の産業革命において生産性を高めるため開発された機械は、あくまでも主体が機械であった。機械に合わせるために、人間は高度な技術を要求され、特殊能力をもつ「職人」が誕生した。その後、機械の自動化のために機械の内部情報を獲得するセンサ技術が用いられると同時にアクチュエータとして電気モータが普及することにより、機械（メカニクス）とエレクトロニクスの融合した「メカトロニクス」が誕生した。ロボット技術はこのメカトロニクス技術を最大限に利用した技術である。メカトロニクス機器は、コンピュータを利用することから、プログラムにより様々な機能を実現できる。このような多機能な機械の出現は、それを使用する人間に対して複雑な操作手順を要求するようになった。このような状況の中で、ヒューマン・マシン・インタフェースについての研究が数多くなされるようになり、人間の操作性を考慮した制御系を如何に組み込むことが可能であるかに関して多くの議論がなされてきた。インタフェースの代表的なものとして、音声を利用したものがあげられる。音声による人間と機械とのコミュニケーション手法を確立することは、人間にとって扱いやすい機械を実現するために極めて重要である。人間の音声による指示を機械が実行するためには、指示の内容を定量的に分析する必要がある。

本論文は、人間が機械に物体の移動を指示する場合を取り上げ、人間が物体の移動指示に用いる程度副詞の距離特性を定量的に解明し、その結果を用いて物体移動のための新しい音声指示インタフェースを提案し、その有用性を実験により検証する。

本論文は全編 6 章よりなる。第 2 章では、人間が音声指示により物体を目標位置へ移動させる場合、作業指示者および作業者が用いる音声指示の特徴について、机上での物体移動実験により考察を行っている。第 3 章では、作業指示者と作業者による 1 次元位置決め作業において、位置決め完了に至るまでの複数回の指示に使用される程度副詞の距離特性について実験的に考察を行っている。第 4 章では、第 3 章で得られた知見をもとに、物体移動作業における作業者の程度副詞の距離特性のモデルを提案し、このモデルを用いた物体移動実験を行っている。第 5 章では、作業環境の違いによる程度副詞の距離特性変化について、実験的に考察を行っている。第 6 章は結

論である。

## 2 移動指示に用いる程度副詞とその距離特性

はじめに、人が日常会話において、どのような言葉を使って物体を目標位置へ移動させる指示を行っているかについて論じている。二次元平面上での物体位置に関して、音声指示により、スタート位置から目標位置まで物体を移動させる実験を行う。実験結果より、物体の移動指示を行う際の音声指示特性について考察を行う。特に、音声による指示は程度副詞を用いた移動指示の頻度が高いことを確認し、程度副詞の距離特性の検討を行う重要性を示している。次に、音声指示における使用頻度が高い「程度副詞による表現（「もっと」「少し」「ちょっと」など）」をとりあげ、これらを定量的に解釈するシステムの構築を目指し、その基礎として物体の移動作業において用いられる程度副詞による表現とその程度副詞の距離特性について論じている。まず、一次元の物体移動作業に対して、その目標位置までの距離に応じた副詞の使い分けから、移動指示に対して用いられる程度副詞の種類とその程度副詞に対して指示者が持つ距離特性を実験により検討する。次に、この実験で使用された程度副詞に対する物体移動距離からその程度副詞に対して作業者が持つ距離特性を実験により検討する。これにより、程度副詞に対して指示者が持つ距離特性と作業者が持つ距離特性は異なることを明らかにしている。また、一次元の物体移動作業においては、使用される程度副詞は距離特性に基づき3つのグループに分類されることを示している。

## 3 程度副詞の距離特性変化の解析

位置決め作業に対する移動指示をとりあげ、位置決め完了に至る複数回の指示によって使用される程度副詞の距離特性の変化について論じている。第2章で行った一次元の物体移動作業による実験は単発的な程度副詞を用いた指示であり、作業に対する厳密さを要求するものではなかったことから、位置決め作業に対する物体の移動指示において、指示を繰り返すことによる程度副詞の距離特性の時系列変化について考察を行う。特に、作業者の距離特性変化については、作業者が物体を移動した方向や距離、また指示者が用いた程度副詞の時系列に関して、どのような関係があるかについて考察を行い、作業者が物体を移動した方向や距離に依存して程度副詞の距離特性が時系列的に変化することを見出している。

## 4 程度副詞の距離特性変化のモデル化

第3章で得た知見をもとに、作業者が持つ程度副詞の距離特性のモデル化について論じている。実験では、一次元方向の位置決め作業に対する指示をとりあげる。あらかじめ決められた程度副詞および決められた順序で物体の移動および位置決め作業を行う。物体の移動距離、移動方向および指示に用いられる程度副詞の関係から距離特性変化の特徴量を求める。次に、物体の移動指示に使用される程度副詞の時系列と物体の移動方向および移動距離の時系列関係に着目し、ここで得た特徴量を用い、程度副詞の距離特性変化に基づいたモデルを作成している。また、このモデルの有効性を実験により検証する。実験の結果、人間と同様の位置決めが可能なことを示している。

## 5 作業環境による程度副詞の距離特性変化

作業環境の違いによる程度副詞の距離特性変化について論じている。実験では、コンピュータ・ディスプレイ上での一次元のウィンドウ移動作業をとりあげる。ディスプレイ画面およびウィンドウの大きさを変化させて、第2章と同様の実験を行い、ウィンドウ移動作業において用いられる程度副詞による表現とその程度副詞の距離特性について、作業指示者および作業双方の立場より考察を行う。また、作業環境の違いによる程度副詞の距離特性変化について考察を行う。さらに、本章の実験結果と第2章で得た結果を比較することで机上での物体移動

作業における程度副詞の距離特性とディスプレイ上でのウィンドウ移動作業における程度副詞の距離特性の関係について考察を行う。この結果より、程度副詞の距離特性には一定の関係があること見出し、前章で得られたモデルのパラメータに適当な変更を加えることにより、ことなる作業環境における程度副詞の距離特性モデルを得ることができることを示している。最後に、第4章で作成した程度副詞の距離特性モデルを用いて、音声によるウィンドウの位置制御実験を行い、作業環境が異なる場合においても、このモデルが有効であることを確認する。

## 6 結論

本論文では、人間と機械との協同作業を考えた場合に最も基本的な作業の一つとなる物体の移動作業の指示をとりあげ、移動指示に用いられる「少し」や「もっと」といった程度副詞の距離特性の定量化を行った。また、これらの程度副詞が繰り返し用いられた場合の距離特性変化について考察を行い、程度副詞の距離特性変化を考慮したモデルを作成し、音声指示インタフェースの構築を行った。

第2章では、二次元平面上において、音声指示により物体を目標位置へ移動させる場合、どのような音声指示特性を示すかについて実験により考察を行った。結果として、特に程度副詞を用いた移動指示の頻度が高いことが確認され、程度副詞の距離特性の検討を行うことの重要性を確認した。次いで、物体の移動作業において用いられる程度副詞による表現とその程度副詞の距離特性について実験により検討した。作業指示者および作業双方の立場から考察を行った結果、一次元の物体移動作業においては、程度副詞に対する指示者の距離特性と作業者の距離特性は異なることがわかった。程度副詞の距離特性をモデル化するとき、指示者と作業者に対して、異なったモデルを考える必要があることがわかる。

第3章では、一次元方向の位置決め作業に対する移動指示を取り上げ、位置決め完了に至る複数回の指示によって、使用される程度副詞の距離特性がどのように変化するかについて実験により考察を行った。結果として、複数回の指示においては、指示を受ける直前に移動した距離および方向、また指示者が用いた程度副詞によって、距離特性は変化し、指示者および作業者ともに、「少し」と「もう少し」の距離特性が3回目の指示以降において似た傾向をもつようになることがわかった。これは、作業指示および移動作業を繰り返すことで、作業者および指示者の共通的な程度副詞の距離特性が作り出されるためと推察できる。しかし、これに関しては今後、さらなる検討が必要である。

第4章では、物体の移動指示に使用される程度副詞の時系列と物体の移動方向および移動距離の時系列関係に着目し、程度副詞の距離特性の変化を考慮したモデルを作成した。また、このモデルの有効性を実験により検証した。結果として、人間の作業者が物体の移動作業を行う場合と同様に、提案したモデルを用いた物体移動作業では、指示の繰り返し、直前の移動指示による物体の移動距離および移動方向に応じ、程度副詞の距離特性を変化させながら、位置決め目標位置に対し徐々に漸近し、位置決めを完了した。これにより、提案したモデルの有効性が示された。

第5章では、作業環境の違いによる程度副詞の距離特性変化について考察を行った。本章の実験結果と第2章で得た結果を比較することで机上での物体移動作業における程度副詞の距離特性とディスプレイ上でのウィンドウ移動作業における程度副詞の距離特性の関係について考察を行った。その結果、程度副詞の距離特性には一定の関係があり、前章で得られたモデルのパラメータに適当な変更を加えることにより、ことなる作業環境における程度副詞の距離特性モデルを得ることができることを示した。

以上、移動指示に用いる程度副詞の距離特性を明らかにし、その結果を用いて新しい音声指示インタフェースを提案し、その有用性を実証した。今後は距離特性のさらに詳細な時系列変化について解析を行う必要がある。さらに、作業環境の変化を考慮した、程度副詞の距離特性の正規化手法の検討も重要となる。また、第4章においては作業者の立場から、程度副詞の距離特性モデルを作成したが、第2章で述べたように、指示者がある程度副詞に対して持つ距離特性を知ることにより、機械システムが適切な作業を遂行することができる。一方、機械システムが人と協力して作業を行なう場合も想定され、その場合には作業者の持つ距離感を機械側も共有することにより、円滑なサポートが可能となると考えられることから、指示者の動作指示モデルを作成し、インタフェースに組み込むことでより柔軟な音声指示インタフェースを構築できると考える。

今後、これを応用したヒューマン・サポート・システムの構築に利用することを期待したい。

## 論文審査の結果の要旨

音声による人間と機械とのコミュニケーション手法を確立することは、人間にとって扱いやすい機械を実現するために極めて重要である。人間の音声による指示を機械が実行するためには、指示の内容を定量的に分析する必要がある。本論文は、人間が機械に物体の移動を指示する場合を取り上げ、人間が物体の移動指示に用いる程度副詞の距離特性を定量的に解明し、その結果を用いて物体移動のための新しい音声指示インタフェースを提案したものであり、全編6章よりなる。

第1章は序論である。

第2章では、人間が音声指示により物体を目標位置へ移動させる場合、作業指示者および作業者が用いる音声指示の特徴について、机上での物体移動実験により考察を行っている。その結果、移動指示において程度副詞が用いられる頻度が極めて高いことが示され、程度副詞の距離特性の検討を行うことの重要性が確認されている。また、作業指示者と作業者の程度副詞の距離特性が異なることを実験的に明らかにしている。

第3章では、作業指示者と作業者による1次元位置決め作業において、位置決め完了に至るまでの複数回の指示に使用される程度副詞の距離特性について実験的に考察を行っている。その結果、作業者が物体を移動した方向や距離に依存して程度副詞の距離特性が時系列的に変化することを見出している。これは極めて興味深い知見である。

第4章では、前章で得られた知見をもとに、物体移動作業における作業者の程度副詞の距離特性のモデルを提案し、このモデルを用いた物体移動実験を行い、人間と同様の位置決めが可能なことを示している。これは、音声指示インタフェースの実用化に対して極めて有用な成果である。

第5章では、作業環境の違いによる程度副詞の距離特性変化について、実験的考察を行っている。コンピュータ・ディスプレイ上のウィンドウ移動作業と机上での物体移動作業を比較することで、程度副詞の距離特性の間には一定の関係があることを見出している。この結果は、前章で得られたモデルのパラメータに適当な変更を加えることにより、異なる作業環境における程度副詞の距離特性モデルを得ることができることを示している。これは応用上重要な知見である。

第6章は結論である。

以上要するに本論文は、移動指示に用いる程度副詞の距離特性を明らかにし、その結果を用いて新しい音声指示インタフェースを提案し、その有用性を実証したものであり、人間工学、ロボット工学および情報科学の発展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士（情報科学）の学位論文として合格と認める。